

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月10日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-263920

[ST.10/C]:

[JP2002-263920]

出 願 人

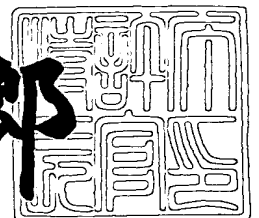
Applicant(s):

パイオニア株式会社

2003年 6月24日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3049480

【書類名】 特許願

【整理番号】 57P0050

【提出日】 平成14年 9月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/13
G02B 3/00

【発明の名称】 液晶レンズ並びにその駆動方法及び装置

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 小笠原 昌和

【特許出願人】

【識別番号】 000005016

【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079119

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤村 元彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 016469

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006557

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶レンズ並びにその駆動方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液晶レンズであって、

波面がブレースホログラム形状となる位相変化を、自身を透過する光ビームに与える液晶を含むホログラム液晶素子と、

前記ブレースホログラム形状に対応して分割された第 1 電極、前記第 1 電極に対向する第 2 電極、及び前記第 1 及び第 2 電極への電圧印加により透過する光ビームに位相変化を与える液晶を含み、前記ホログラム液晶素子に対して共軸状に配されたセグメント液晶素子と、を有することを特徴とする液晶レンズ。

【請求項 2】 前記ホログラム液晶素子は、ブレースホログラム形状に封入されたホログラム液晶と、電圧印加により透過する光ビームに与える位相変化の大きさを変更せしめる電極と、を有することを特徴とする請求項 1 に記載の液晶レンズ。

【請求項 3】 前記ホログラム液晶素子は、前記ブレースホログラム形状に対応して分割された分割電極と、前記分割電極に対向する対向電極と、前記分割電極及び前記対向電極の間に設けられ、前記分割電極及び前記対向電極への電圧印加によりブレースホログラムの効果を生じる平板形液晶と、を有することを特徴とする請求項 1 に記載の液晶レンズ。

【請求項 4】 前記第 1 電極は、複数の透明電極からなることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶レンズ。

【請求項 5】 前記第 1 電極は、複数の透明電極と、前記複数の透明電極よりも高導電率材料からなり、前記透明電極のエッジ部に形成された低抵抗電極と、を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の液晶レンズ。

【請求項 6】 電圧印加により透過する光ビームにブレースホログラム形状の位相変化を与えるホログラム液晶素子と、前記ブレースホログラム形状に対応して分割された第 1 電極、前記第 1 電極に対向する第 2 電極、及び前記第 1 及び第 2 電極への電圧印加により透過する光ビームに位相変化を与える液晶を含み、前記ホログラム液晶素子に対して共軸状に配されたセグメント液晶素子と、を有

する液晶レンズの駆動方法であって、

前記ホログラム液晶素子及び前記セグメント液晶素子を透過した後の光ビームの合成波面が連続であるように前記ホログラム液晶素子及び前記セグメント液晶素子への印加電圧を調整するステップを有することを特徴とする液晶レンズの駆動方法。

【請求項 7】 前記前記ホログラム液晶素子及び前記セグメント液晶素子を透過する光ビームに与える位相差が所定値以上であるか否かを判別するステップと、

前記判別するステップにおいて当該位相差が所定値以上であると判別された場合に、前記第 1 電極の分割電極への印加電圧を調整し、当該分割電極による位相変化量を前記光ビームの波長の整数倍に対応する位相量を減じた値に変更せしめるステップと、を有することを特徴とする請求項 6 に記載の駆動方法。

【請求項 8】 電圧印加により透過する光ビームにブレイズホログラム形状の位相変化を与えるホログラム液晶素子と、前記ブレイズホログラム形状に対応して分割された第 1 電極、前記第 1 電極に対向する第 2 電極、及び前記第 1 及び第 2 電極への電圧印加により透過する光ビームに位相変化を与える液晶を含み、前記ホログラム液晶素子に対して共軸状に配されたセグメント液晶素子と、を備えた液晶レンズの駆動装置であって、

前記ホログラム液晶素子及び前記セグメント液晶素子を透過した後の光ビームの合成波面が連続であるように前記ホログラム液晶素子及び前記セグメント液晶素子への印加電圧を制御するコントローラと、を有することを特徴とする駆動装置。

【請求項 9】 前記前記ホログラム液晶素子及び前記セグメント液晶素子を透過する光ビームに与える位相差が所定値以上であるか否かを判別する判別器を有し、

前記コントローラは、前記判別器において当該位相差が所定値以上であると判別された場合に、前記第 1 電極の分割電極への印加電圧を調整し、当該分割電極による位相変化量を前記光ビームの波長の整数倍に対応する位相量を減じた値に変更せしめることを特徴とする請求項 8 に記載の駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶レンズ並びにその駆動方法及び駆動装置等に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、液晶を用いた可変焦点距離レンズとしては、透明電極間に配された液晶をレンズ形状を有するガラス基板上に設けたものがある。この液晶レンズは、透明電極に印加する電圧を変化させることによって液晶の屈折率を変化させ、レンズとしての焦点距離を電氣的に変化させることができる。しかしながら、この場合、大きな焦点距離変化を得るためには液晶層の厚さを大きくしなければならないために、製造上困難であるばかりか、電圧を印加してから所望の焦点距離になるまでの応答時間が非常に長くなるという欠点があった。応答時間は液晶層の厚さの2乗に反比例するからである。

【0003】

また、他の可変焦点距離レンズとしては、ホログラムレンズ形状を有するガラス基板上に、透明電極間に配された液晶を設けたものがある（例えば、特許文献1参照）。しかしながら、この場合、可変できる焦点距離はホログラムの位相段差が使用波長の整数倍に対応する場合しかなく、その中間の電圧を液晶に印加しても透過効率（ホログラムの回折効率）が劣化するのみであった。

【0004】

【特許文献1】

特開平5-34656号公報（第3-4頁、図1）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、本発明が解決しようとする課題には、上記した問題が1例として挙げられる。本発明の目的は、焦点距離を広範囲に変更することが可能な高性能な液晶レンズ並びにその駆動方法及び装置を提供することにある。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明による液晶レンズは、波面がブレードホログラム形状となる位相変化を、自身を透過する光ビームに与える液晶を含むホログラム液晶素子と、ブレードホログラム形状に対応して分割された第 1 電極、第 1 電極に対向する第 2 電極、及び第 1 及び第 2 電極への電圧印加により透過する光ビームに位相変化を与える液晶を含み、ホログラム液晶素子に対して共軸状に配されたセグメント液晶素子と、を有することを特徴としている。

【 0 0 0 7 】

本発明による駆動方法は、電圧印加により透過する光ビームにブレードホログラム形状の位相変化を与えるホログラム液晶素子と、ブレードホログラム形状に対応して分割された第 1 電極、第 1 電極に対向する第 2 電極、及び第 1 及び第 2 電極への電圧印加により透過する光ビームに位相変化を与える液晶を含み、ホログラム液晶素子に対して共軸状に配されたセグメント液晶素子と、を有する液晶レンズの駆動方法であって、ホログラム液晶素子及びセグメント液晶素子を透過した後の光ビームの合成波面が連続であるようにホログラム液晶素子及びセグメント液晶素子への印加電圧を調整するステップを有することを特徴としている。

【 0 0 0 8 】

本発明による駆動装置は、電圧印加により透過する光ビームにブレードホログラム形状の位相変化を与えるホログラム液晶素子と、ブレードホログラム形状に対応して分割された第 1 電極、第 1 電極に対向する第 2 電極、及び第 1 及び第 2 電極への電圧印加により透過する光ビームに位相変化を与える液晶を含み、ホログラム液晶素子に対して共軸状に配されたセグメント液晶素子と、を備えた液晶レンズの駆動装置であって、ホログラム液晶素子及びセグメント液晶素子を透過した後の光ビームの合成波面が連続であるようにホログラム液晶素子及びセグメント液晶素子への印加電圧を制御するコントローラと、を有することを特徴としている。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施例を図面を参照しつつ詳細に説明する。尚、以下に説明する図において、実質的に同等な部分には同一の参照符号を付している。

[第1の実施例]

図1は、本発明の第1の実施例である液晶レンズ20の平面図及び断面図である。図1下段の断面図に示すように、液晶レンズ20は、ガラス基板25A、第1の液晶パネル(LC1)であるセグメント液晶パネル21、ガラス基板25B、第2の液晶パネル(LC2)であるホログラム液晶パネル31、ガラス基板25Cから構成されている。

【0010】

より詳細には、セグメント液晶パネル21は、複数のセグメント電極に分割された透明電極23、透明電極24、及びこれらの間に封入された液晶22からなる。また、ホログラム液晶パネル31は、ガラス基板25B及び断面形状が鋸歯状のガラス基板25Cの間に封入され、回折格子の断面形状が鋸歯状のブレースホログラム形状を有する液晶32と、液晶32の両側に液晶32に電圧を印加できるように配された透明電極33、34と、を備えた液晶フレネルレンズとして構成されている。また、セグメント液晶パネル21及びホログラム液晶パネル31は、共軸であるように配されている。尚、基板25A、25B、25Cは、ガラスに限らず透明な材料で形成されていればよく、例えば、樹脂等により形成されていてもよい。

【0011】

セグメント液晶パネル21の電極23は、図1上段の平面図に示すように、ホログラム液晶パネル31の位相段差に対応し、実質的に同一半径の同心円形状に分割されている。すなわち、電極23は、ホログラム液晶パネル31の回折格子の格子間隔に対応する間隔で分割された同心円形状又は円環状の複数の透明セグメント電極から構成されている。例えば、図1に示すように、ホログラム液晶パネル31の輪帯数は5であり、従って、電極23は5つの同心円形状又は円環状の透明セグメント電極E_i(すなわち、E₀, E₁, E₂, E₃, E₄)から構成されている。また、透明電極24は、液晶22の全面にわたって形成されている。上記した透明電極23、24、33、34は、例えば、インジウム錫酸化物(IT

○) により形成されている。

【 0 0 1 2 】

なお、以下においては、説明の簡便さのため、ホログラム液晶パネル 3 1 の輪帯数が 5 である場合について説明するがこれに限られない。なお、この場合、セグメント液晶パネル 2 1 の電極 2 3 は、ホログラム液晶パネル 3 1 の輪帯数に応じて分割されていけばよい。

セグメント液晶パネル 2 1 及びホログラム液晶パネル 3 1 は、それぞれ厚さ d_1 、 d_2 を有し、セグメント液晶パネル 2 1 及びホログラム液晶パネル 3 1 には独立に電圧を印加することができるようになっている。

【 0 0 1 3 】

次に、所定波長 (λ) のレーザ光が液晶レンズ 2 0 に垂直に、すなわち、レーザ光の光軸 (O A) が液晶レンズ 2 0 の中心軸 (C A) に一致するように入射した場合について説明する。

図 2 は、ホログラム液晶パネル (L C 2) 3 1 の電極 3 3, 3 4 に電圧を印加した場合における、ホログラム液晶パネル (L C 2) 3 1 の中心を基準としたときの透過光の位相 Q を模式的に示している。すなわち、ホログラム液晶パネル (L C 2) 3 1 の電極 3 3, 3 4 に電圧を印加したときの透過光の波面を表している。なお、図の簡便さのため、ホログラム液晶パネル 3 1 の中心から半径方向の位相について示している。より詳細には、当該電圧の印加によって液晶 3 2 の屈折率が変化し、ホログラム液晶パネル 3 1 を透過する光はホログラム液晶パネル 3 1 のブレード形状に応じて位相が変化する。図 2 に示すように、回折格子の高さ (又は深さ) が均一で回折格子の形状が鋸歯状 (直角三角形) である場合には、これに応じて透過光の位相の断面プロファイルは位相段差が Δp である鋸歯状 (直角三角形) となる。この位相段差 Δp が入射光の波長の整数倍である場合には、ホログラム液晶パネル 3 1 はホログラムレンズとして作用するが、 Δp が入射光波長の整数倍でない場合には、回折効率が低下し、レンズとしての作用も低下する。

【 0 0 1 4 】

図 3 は、セグメント液晶パネル (L C 1) 2 1 の電極 2 3, 2 4 に電圧を印加

した場合における、セグメント液晶パネル（LC1）21の中心を基準としたときの透過光の位相Pを模式的に示している。すなわち、セグメント液晶パネル（LC1）21の電極23、24に電圧を印加したときの透過光の波面を表している。なお、ホログラム液晶パネル（LC2）31及びセグメント液晶パネル（LC1）21の中心は一致するように構成されている。セグメント液晶パネル（LC1）21の電極23の各セグメント電極 E_i （ $=E_0 \sim E_4$ ）には、位相段差がホログラム液晶パネル31の位相段差に等しい Δp となるように電圧が印加される。すなわち、各セグメント電極 E_i （ $=E_0 \sim E_4$ ）に対応するセグメント領域 R_i （ $=R_0 \sim R_4$ ）において透過光に与えられる位相差が $\Delta P_i = (i - 1) \Delta p$ であるように電極23の各セグメント電極 E_i （ $=E_0 \sim E_4$ ）に電圧 V_i （ $=V_0 \sim V_4$ ）が印加される。

【0015】

図4は、ホログラム液晶パネル（LC2）31及びセグメント液晶パネル（LC1）21を透過する光の位相変化 $P + Q$ を模式的に示している。すなわち、液晶レンズ20を通過する光の合成波面を表している。図に示すように、液晶レンズ20への入射光にはホログラム液晶パネル31及びセグメント液晶パネル21によって位相変化が与えられることによって連続した波面が生成される。従って、液晶レンズ20はレンズとしての機能を発揮する。

【0016】

なお、本実施例においては、ホログラム液晶パネル31の回折格子の深さが均一で、回折格子断面が直角三角形のブレード形状を有する場合について説明したがこれに限らない。すなわち、ホログラム液晶パネル31においては、種々のブレード形状を有するホログラム液晶を用いて可変焦点距離液晶レンズを得ることができる。要するに、所定のホログラム液晶パネル31を用いたときに、セグメント液晶パネル21による位相変化とホログラム液晶パネル31による位相変化とによって生成される合成波面が連続であるようにセグメント液晶パネル21の電極23が複数のセグメント電極に分割され、各セグメント電極 E_i に電圧 V_i が印加されるように構成されていればよい。

【0017】

次に、入射光に大きな位相変化を与え、焦点距離を大きく変化させる場合の液晶レンズ20の駆動制御方法について説明する。

図5は、液晶レンズ20の駆動装置40の構成を示すブロック図である。駆動装置40は、セグメント液晶パネル21及びホログラム液晶パネル31に駆動電圧を供給する液晶ドライバ41、及び液晶ドライバ41を制御するコントローラ42を有している。

【0018】

焦点距離を大きく変化させるためには厚い液晶を用いる必要が生じるが、上記したように、電圧を印加して所望の焦点距離を得るまでの応答時間が長くなるという問題が生じる。本発明によれば、液晶層の厚さを増大させることなく大きな位相変化を生ぜしめ、焦点距離を大きく変化させることができる。本実施例においては、セグメント液晶パネル21及びホログラム液晶パネル31により生成される位相差の合計が液晶22、32の厚さで定まる最大位相差 λ_{\max} を超えないようにセグメント液晶パネル21及びホログラム液晶パネル31への印加電圧が制御される。なお、当該最大位相差 λ_{\max} は、セグメント液晶パネル21及びホログラム液晶パネル31の構成及びこれらに用いられる液晶の厚さ等に応じて適宜定めることができる。

【0019】

次に、図5～7を参照しつつ、最大位相差 λ_{\max} を超えて焦点距離を変化させる場合の液晶レンズ20の駆動制御方法について説明する。まず、コントローラ42は、液晶ドライバ41を制御して、セグメント液晶パネル21及びホログラム液晶パネル31にそれぞれ電圧 V_{c1} 、 V_{c2} を印加する。コントローラ42は、液晶レンズ20の中心を基準位置としたとき（すなわち、半径 $r=0$ において合成位相 $P+Q=0$ としたとき）の合成位相が最大位相差 λ_{\max} に達するまではセグメント液晶パネル21への印加電圧 V_{c1} 及び印加電圧 V_{c2} を上記した方法により制御する。すなわち、セグメント液晶パネル（LC1）21による位相段差がホログラム液晶パネル31の位相段差に等しく、液晶レンズ20を通過した後の光の合成波面が連続した波面となる条件を満たすようにセグメント液晶パネル（LC1）21の各セグメント電極 E_i に印加する電圧 V_i （ $=V_0\sim V_4$ ）及びホロ

グラム液晶パネル 3 1 への印加電圧 V_{c2} を増加させる（図 6 の STEP 1）。

【 0 0 2 0 】

液晶レンズ 2 0 による合成位相が最大位相差 λ_{\max} に達したときには、コントローラ 4 2 は、最大位相差 λ_{\max} に達した領域（R4）の位相が波長の整数倍（ $n\lambda$ ： n は自然数）だけ減ずるように当該セグメント電極（E4）の印加電圧（ V_4 ）を減ずる（STEP 2）。この状態においては領域 R3 と R4 の間には位相段差が生じるが、位相段差の大きさは波長の整数倍（ $n\lambda$ ）であるので領域 R3 と R4 の接続部分で光の波面は連続している。従って、液晶レンズ 2 0 はレンズとしての作用を発揮する。

【 0 0 2 1 】

次に、上記 STEP 1 の場合と同様にして、合成位相が最大位相差 λ_{\max} に達するまでセグメント液晶パネル 2 1 及びホログラム液晶パネル 3 1 への印加電圧 V_{c1} 、 V_{c2} が制御される（STEP 3）。

液晶レンズ 2 0 による合成位相が最大位相差 λ_{\max} に達したときには、コントローラ 4 2 は、最大位相差 λ_{\max} に達した領域（R3）の位相が波長の整数倍（ $n\lambda$ ： n は自然数）だけ減ずるように当該セグメント電極（E3）の印加電圧（ V_3 ）を減ずる（STEP 4）。この状態においては領域 R2 と R3 の間には位相段差が生じるが、位相段差の大きさは波長の整数倍（ $n\lambda$ ）であるので領域 R2 と R3 の接続部分で光の波面は連続している。従って、液晶レンズ 2 0 はレンズとしての作用を発揮している。

【 0 0 2 2 】

上記 STEP 1 ～ 4 として示した制御プロセスを全てのセグメント電極について実行することにより、図 7 に示すように、液晶レンズ 2 0 は全体としてブレイズホログラムレンズとして機能する。この状態においては、セグメント液晶パネル 2 1 の各セグメント電極 E_i （ $= E_0 \sim E_4$ ）への印加電圧はゼロである。あるいは、各セグメント電極 E_i 間に電位差が無いように各セグメント電極 E_i には同一の電圧が印加されていてもよい。また、更に焦点距離を大きくする場合であっても、位相差の最大値が λ_{\max} を超える領域のセグメント電極への印加電圧を減じて当該領域の位相が波長の整数倍だけ減ずるようにすればよい。従って、焦点距離

を広範囲に変更することが可能なレンズが得られる。また、薄い液晶パネルによって焦点距離を広範囲に変更できるので、所望の焦点距離になるまでの応答時間が短い高性能なレンズが得られる。さらに、製造が容易であり、コンパクトかつ軽量であるという利点も有する。

〔第 2 の実施例〕

図 8 は、本発明の第 2 の実施例である液晶レンズ 2 0 の断面図及び第 2 の液晶パネル LC 2 の電極構造を示す平面図である。より詳細には、上段の断面図に示すように、本実施例においては、第 1 の実施例におけるホログラム液晶パネル 3 1 に代わり、第 2 の液晶パネル (LC 2) としてセグメント型の液晶パネル 5 1 が用いられている。すなわち、セグメント電極を有する液晶パネルを用いてホログラム液晶パネルと同様な液晶パネルを実現している。

【 0 0 2 3 】

より詳細には、液晶パネル (LC 2) 5 1 は、平板形状に封入された液晶 5 2 及び透明電極 5 3、複数のセグメント電極に分割された透明電極 5 4 を備えて構成されている。透明電極 5 3 は、液晶 5 2 の全面にわたって形成されている。また、透明電極 5 4 は、図 8 下段の平面図に示すように、セグメント液晶パネル 2 1 の電極 2 3 の 1 周期を更に細分化したセグメント電極を有している。透明電極 5 4 は、セグメント液晶パネル 2 1 の電極 2 3 の領域 (R0~R4) の各々に対応する領域を同心円状に、例えば 3 分割した構成を有している。すなわち、領域 R_i (i=0~4) に対応する領域はセグメント電極 F_{i1}, F_{i2}, F_{i3}により分割されている。

【 0 0 2 4 】

図 9 に模式的に示すように、液晶パネル (LC 2) 5 1 の各領域の最内周及び最外周のセグメント電極にそれぞれ電圧 V_{h0}及び V_{h1}を印加することにより階段状の電圧分布を得ることができる。かかる構成によってホログラム液晶パネルと同様な液晶パネルを実現できるとともに、セグメント電極への引き出し線 (リード線) の数を少なくすることができる。

【 0 0 2 5 】

なお、セグメント液晶パネル 2 1 の電極 2 3 が基板 2 5 A 側に形成され、また

、液晶パネル 5 1 の電極 5 4 が基板 2 5 C 側に形成されている場合を例に示したが、これらの電極の一方又は双方が基板 2 5 B 側に形成されている構成としてもよい。

上記した第 1 の実施例の場合と同様にしてセグメント液晶パネル (LC 1) 2 1 及び液晶パネル (LC 2) 5 1 への印加電圧を制御することにより焦点距離を広範囲に変更することが可能となる。また、本実施例においても、上記した第 1 の実施例の場合と同様な種々の効果を有する。

[第 3 の実施例]

図 1 0 は、本発明の第 3 の実施例である液晶レンズ 2 0 の断面図及び第 2 の液晶パネル LC 2 の電極構造を示す平面図である。本実施例において、第 2 の液晶パネル (LC 2) としてセグメント型の液晶パネル 5 1 が用いられ、ホログラム液晶パネルと同様な機能を有する液晶パネルを備えている点は第 2 の実施例の場合と同様である。

【0 0 2 6】

より具体的には、図 1 0 下段の平面図に示すように、液晶パネル LC 2 の透明電極 5 4 は、セグメント液晶パネル 2 1 の電極 2 3 のセグメント領域 R_i ($= R_0 \sim R_4$) の各々に対応する領域に同心円状に分割されたセグメント電極 F_i ($= F_0 \sim F_4$) を有している。また、透明電極 5 3 は、液晶 5 2 の全面にわたって形成されている。

【0 0 2 7】

より詳細には、図 1 1 に示す A 部の部分拡大図をさらに参照すると、セグメント電極 F_i は、電極 F_{ia} 及び F_{ib} と、電極 F_{ia} 及び F_{ib} 間に形成された ITO (インジウム錫酸化物) などを材料とする透明導電膜 U_i とからなり、各セグメント電極 F_i 間は間隙部 W_i によって分離されている。電極 F_{ia} 及び F_{ib} は、透明導電膜 U_i よりも導電率の高い (低抵抗な) 材料、例えば金属などで形成されている。透明導電膜 (ITO 膜) U_i は電極 F_{ia} 及び F_{ib} に電氣的に接続され、間隙部 W_i は入射光ビームに影響を与えない程度の幅に形成されている。間隙部 W_i の幅は領域 R_i の幅に比べて十分小さいことが好ましい。例えば、数マイクロメートル (μm) の程度の幅に形成されている。

【0028】

さらに、図10及び図11に示すように、半径方向に沿って形成されたスリット63内には互いに電氣的に分離された引き出し電極61 (FL1) 及び62 (FL2) が形成され、上記した電極Fia ($i = 0, 1, \dots, 4$) は引き出し電極61 (FL1) に、電極Fib ($i = 0, 1, \dots, 4$) は引き出し電極62 (FL2) にそれぞれ電氣的に接続されている。なお、スリット63は、位相調整に悪影響を及ぼさないように、液晶パネル21、51の実効光路面積に比べて十分小さくなるように形成されている。例えば、数 μm 程度の幅で設けられている。

【0029】

本実施例においては、電極53、54に電圧を印加することによって液晶52はブレースホログラム回折格子としての作用を発揮する。図12は、電極54の引き出し電極61 (FL1)、62 (FL2) にそれぞれ電圧Vh0、Vh1を印加した場合に液晶52によって生じる位相を光軸中心の位相を基準として3次元の模式的に示した図である。なお、ハッチングを施した部分はこの位相分布の中心を通る断面における位相を示している。

【0030】

図12に示すように、電圧を印加した場合に、透明導電膜 (ITO膜) Uiの抵抗率に応じた同心円ブレース形状の位相分布が生じ、液晶パネル51はブレースホログラム回折格子と等価な効果を生じる。

かかる構成によってホログラム液晶パネルと同様な液晶パネルを実現できるとともに、セグメント電極への引き出し線 (リード線) の数を少なくすることができる。

【0031】

上記した第1の実施例の場合と同様にしてセグメント液晶パネル (LC1) 21及び液晶パネル (LC2) 51への印加電圧を制御することにより焦点距離を広範囲に変更することが可能となる。また、本実施例においても、上記した実施例の場合と同様な種々の効果を有する。

[第4の実施例]

図 1 3 は、本発明の第 4 の実施例である液晶レンズ 2 0 の断面図である。第 1 の実施例においては、セグメント型の液晶パネル (LC 1) 2 1 及びホログラム液晶パネル (LC 2) 3 1 を用いているが、1 つの液晶パネルとしても構成することができる。

【 0 0 3 2 】

すなわち、液晶パネル 7 1 は、ブレードホログラム形状を有する液晶 7 2、及びセグメント型の透明電極 7 3、透明電極 7 4 から構成されている。セグメント電極 7 3 は、第 1 の実施例における液晶パネル 2 1 の電極 2 3 と同様な構成を有している。かかる構成によっても、上記した実施例の場合と同様にして電極 7 3、7 4 への印加電圧を制御することにより、第 1 の実施例の場合と同様に焦点距離を広範囲に変更することが可能である。

【 0 0 3 3 】

また、第 2 の実施例における電極 2 3、5 4 により 1 つの液晶を挟んだ構成とすることにより 1 つの液晶パネルとしても構成することができる。あるいは、同様にして、第 3 の実施例における電極 2 3、5 4 により 1 つの液晶を挟んだ構成とすることも可能である。

これらの場合においても、焦点距離を広範囲に変更することが可能である等、上記した実施例と同様な種々の効果を有する。

〔第 5 の実施例〕

図 1 4 は、本発明の第 5 の実施例である液晶レンズ 2 0 の断面図である。液晶パネル 8 1 は、レンズ形状を有するように封入された液晶 8 2、及びセグメント型の透明電極 8 3、8 4 から構成されている。セグメント電極 8 3 は、第 1 の実施例における液晶パネル 2 1 の電極 2 3 と同様な構成を有している。電極 8 4 は凹面形状を有する液晶面の全面に形成されている。かかる構成によっても、上記した実施例の場合と同様にして電極 8 3、8 4 への印加電圧を制御することにより焦点距離を広範囲に変更することが可能である。

【 0 0 3 4 】

以上、詳細に説明したように、上記液晶レンズは、波面がブレードホログラム形状となる位相変化を光ビームに与えるホログラム液晶パネルと、当該ブレード

ホログラム形状に対応して分割された電極への電圧印加により光ビームに位相変化を与えるセグメント液晶パネルと、を有する。ホログラム液晶パネル及びセグメント液晶パネルを透過した後の光ビームの合成波面が連続であるように液晶パネルへの印加電圧を制御することによって焦点距離を広範囲に変更することが可能となる。また、薄い液晶パネルによって焦点距離を広範囲に変更できるので、所望の焦点距離になるまでの応答時間が短い高性能なレンズが得られる。さらに、製造が容易であり、コンパクトかつ軽量である等の種々の利点を有する。

【0035】

なお、上記液晶レンズは、種々の光学系に広範に適用することができる。例えば、単一のレンズとして、あるいはビームエキスパンダ等としても用いることができる。あるいは、種々の光学系における収差補正光学素子としても用いることができる。例えば、光記録媒体等の記録再生装置における光ピックアップにも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施例である液晶レンズの平面図及び断面図である。

【図2】

電圧印加時におけるホログラム液晶パネル（LC2）の透過光の位相Qを模式的に示す図である。

【図3】

電圧印加時におけるセグメント液晶パネル（LC1）の透過光の位相Pを模式的に示す図である。

【図4】

ホログラム液晶パネル（LC2）及びセグメント液晶パネル（LC1）を透過する光の位相変化 $P + Q$ を模式的に示す図である。

【図5】

液晶レンズの駆動装置の構成を示すブロック図である。

【図6】

最大位相差 λ_{\max} を超えて焦点距離を変化させる場合の液晶レンズの駆動制御

方法を示す図である。

【図 7】

最大位相差 λ_{\max} を超えて焦点距離を変化させる場合の液晶レンズの駆動制御方法を示す図である。

【図 8】

本発明の第 2 の実施例である液晶レンズの断面図及び第 2 の液晶パネル LC 2 の電極構造を示す平面図である。

【図 9】

液晶パネル (LC 2) の各領域の最内周及び最外周のセグメント電極に電圧を印加した場合に得られる階段状の電圧分布を示す図である。

【図 10】

本発明の第 3 の実施例である液晶レンズの断面図及び第 2 の液晶パネル LC 2 の電極構造を示す平面図である。

【図 11】

図 10 の A 部の部分拡大図であり、分割電極及び引き出し電極の構造を示す図である。

【図 12】

第 3 の実施例において、引き出し電極に電圧を印加した場合に液晶によって生じる位相を 3 次元式的かつ模式的に示した図である。

【図 13】

本発明の第 4 の実施例である液晶レンズの断面図である。

【図 14】

本発明の第 5 の実施例である液晶レンズの断面図である。

【主要部分の符号の説明】

20 液晶レンズ

21 液晶パネル (LC 1)

22, 32, 52, 72, 82 液晶

23, 24, 33, 34, 53, 54 透明電極

31, 51 液晶パネル (LC 2)

4 0 駆動装置

4 1 液晶ドライバ

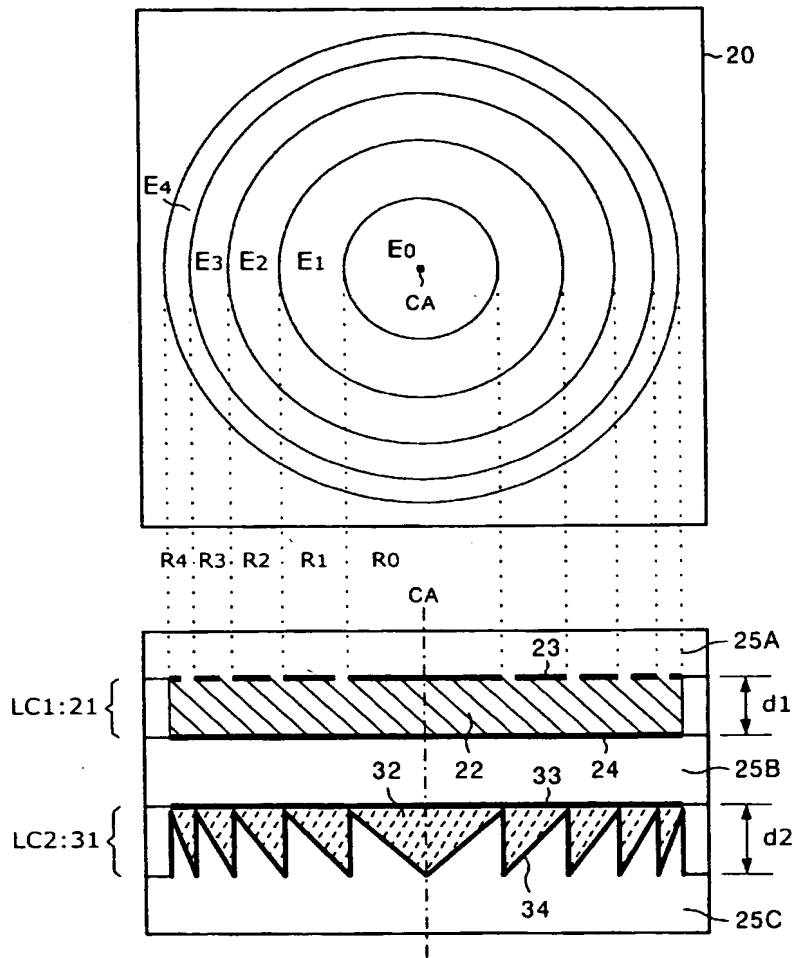
4 2 コントローラ

6 1, 6 2 引き出し電極

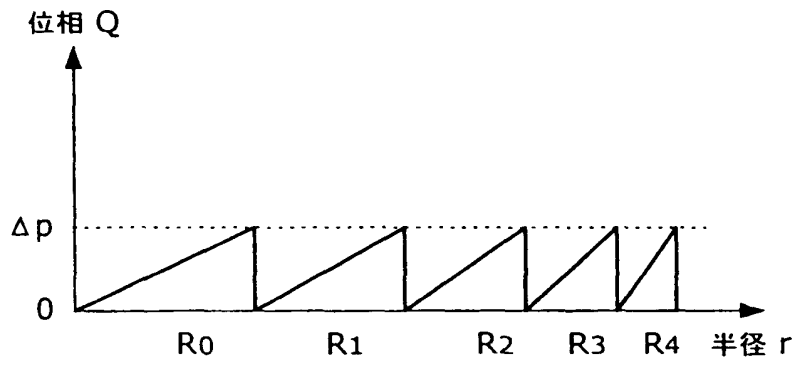
7 1, 8 1 液晶パネル

【書類名】 図面

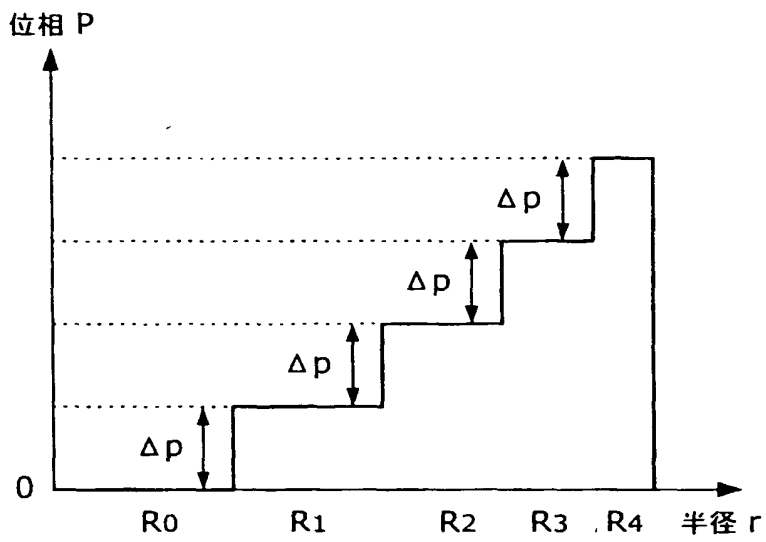
【図 1】



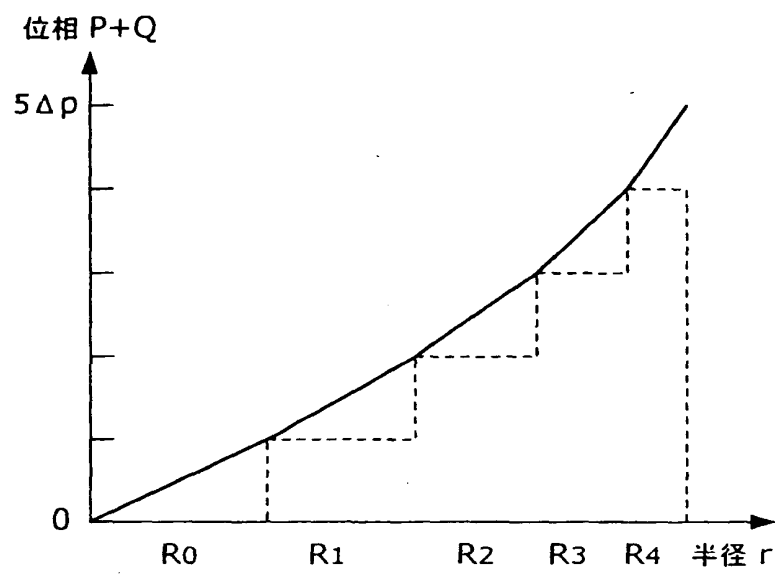
【図 2】



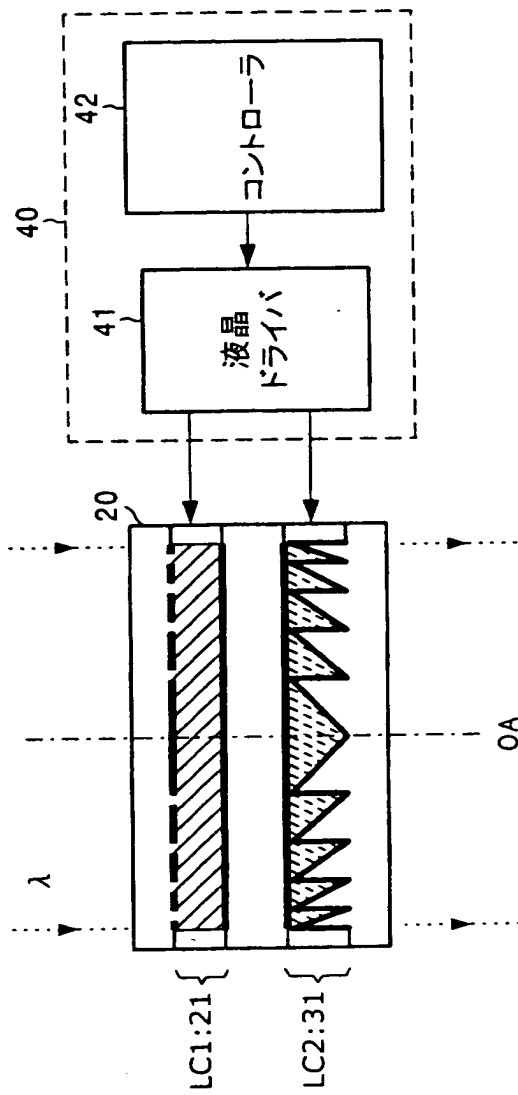
【図 3】



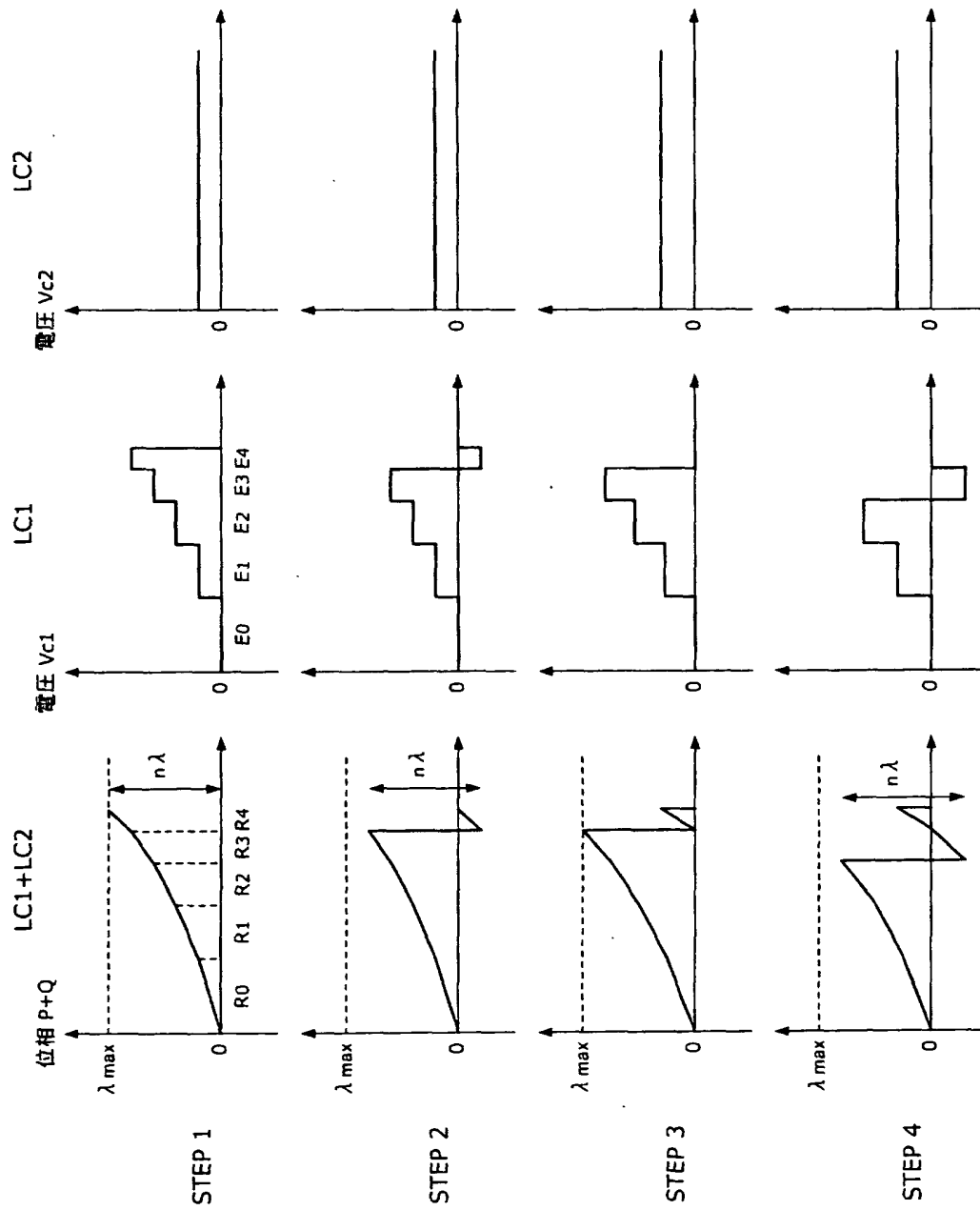
【図4】



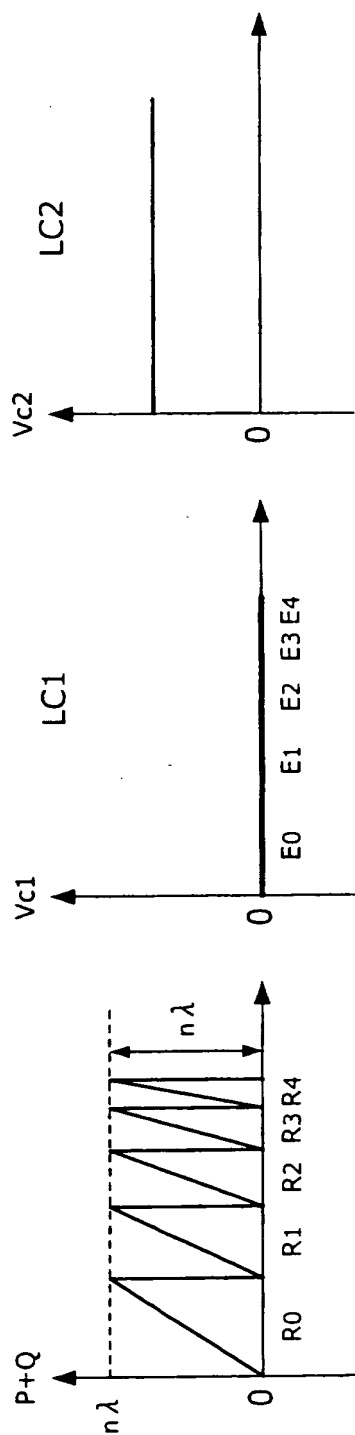
【図5】



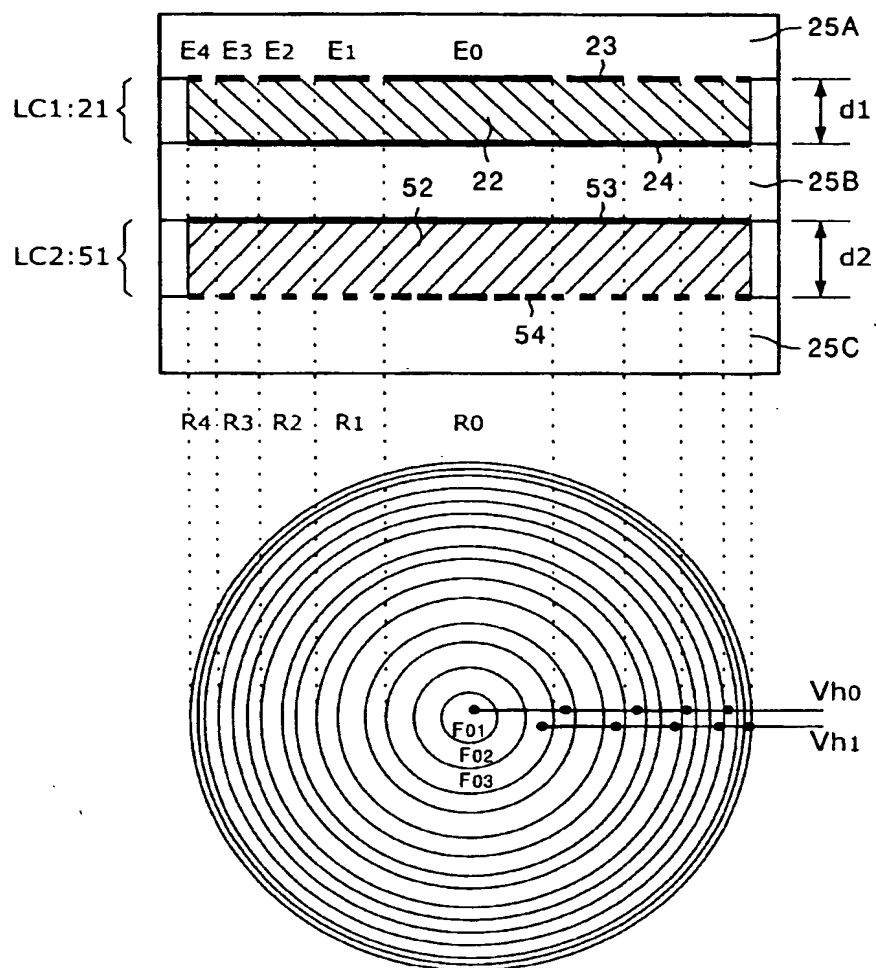
【図 6】



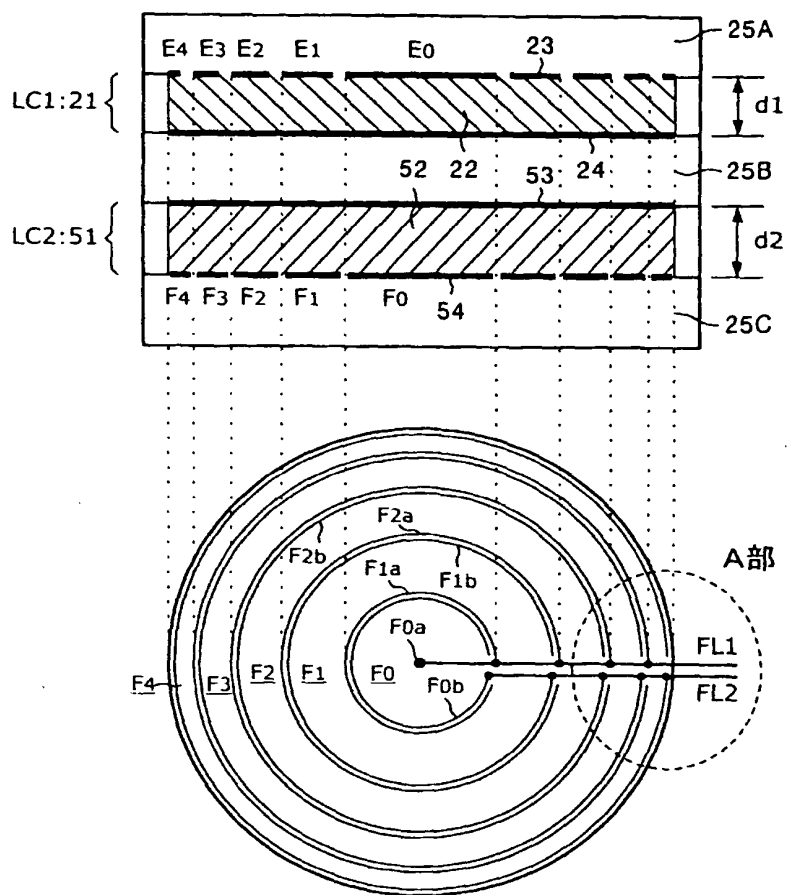
【図 7】



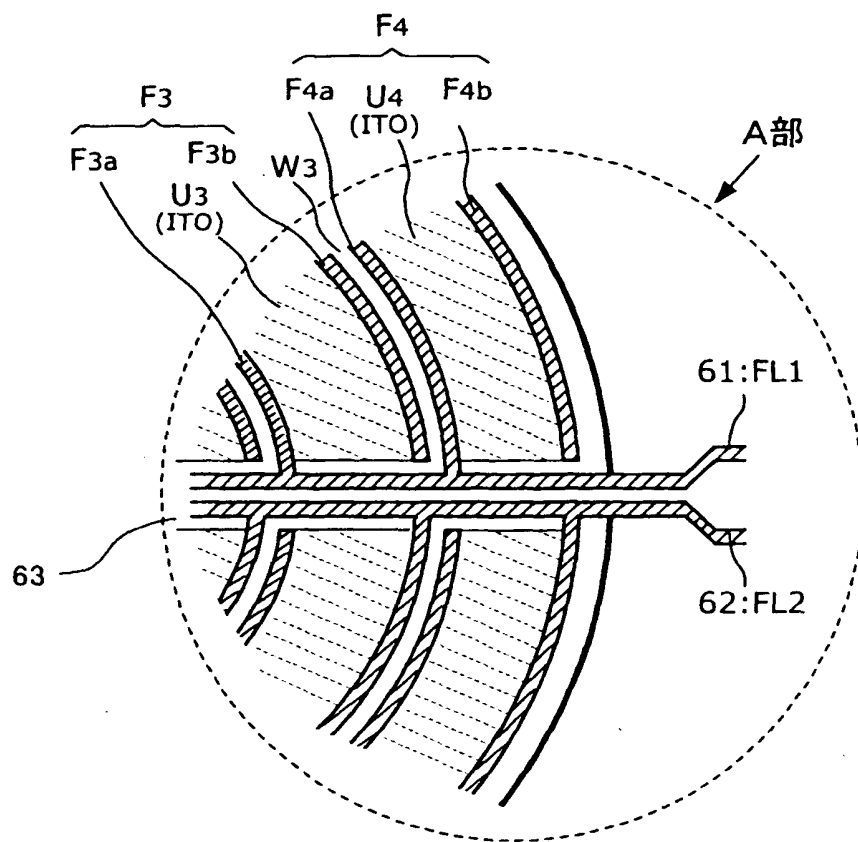
【図 8】



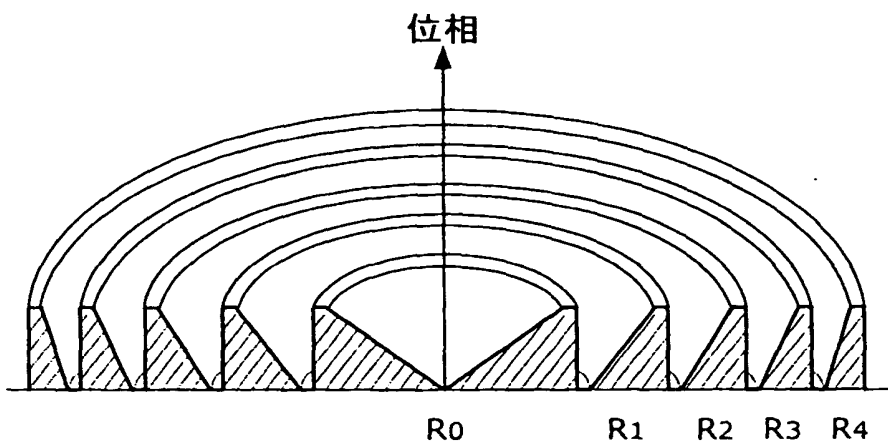
【図10】



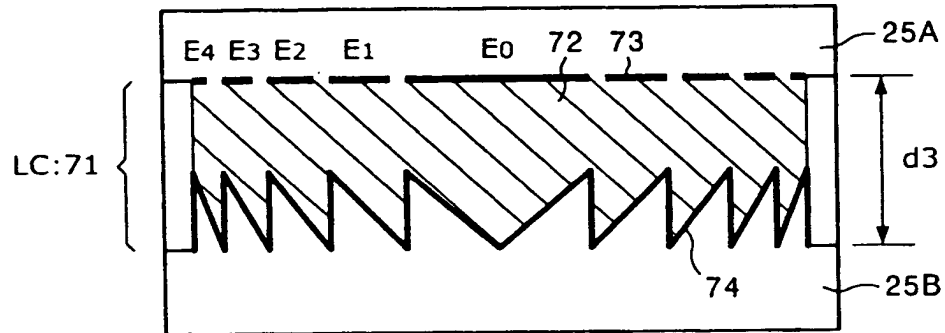
【図 11】



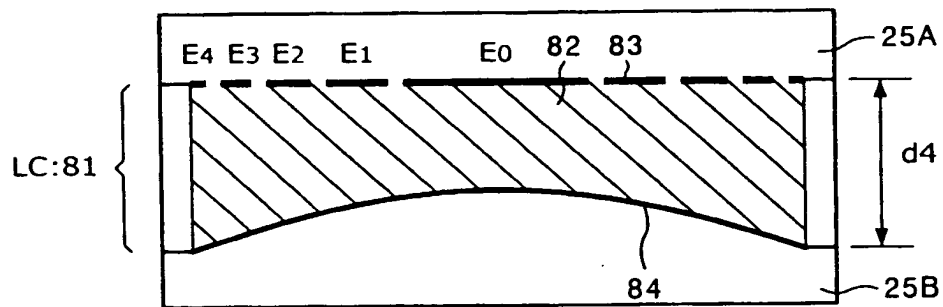
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 焦点距離を広範囲に変更することが可能な高性能な液晶レンズ並びにその駆動方法及び装置を提供する

【解決手段】 波面がブレイズホログラム形状となる位相変化を、自身を透過する光ビームに与える液晶を含むホログラム液晶素子と、ブレイズホログラム形状に対応して分割された第 1 電極、第 1 電極に対向する第 2 電極、及び第 1 及び第 2 電極への電圧印加により透過する光ビームに位相変化を与える液晶を含み、ホログラム液晶素子に対して共軸状に配されたセグメント液晶素子と、を有する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都目黒区目黒1丁目4番1号
氏 名 パイオニア株式会社